

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-43425

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)3月8日

C 21 D 8/02
// C 22 C 38/04

7047-4K

7147-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法

⑯ 特 願 昭58-147971

⑰ 出 願 昭58(1983)8月15日

⑱ 発 明 者 大 北 智 良 横浜市戸塚区名瀬町767-6
⑱ 発 明 者 富 田 邦 和 横浜市旭区南希望ヶ丘133
⑱ 発 明 者 中 岡 一 秀 横浜市緑区東本郷町534-2
⑲ 出 願 人 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目1番2号
⑳ 代 理 人 弁理士 白川 一

明 細 書

1. 発明の名称 熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法

2. 特許請求の範囲

C : 0.30 ~ 0.55 wt %、

Si : 0.7 ~ 2.0 wt %、

Mn : 0.5 ~ 2.0 wt %

を含有し、残部が鉄および不可避免の不純物からなる鋼を $Ars \sim Ars + 50^{\circ}C$ を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後 $450 \sim 650^{\circ}C$ の温度範囲で4 ~ 20秒保持し、次いで $350^{\circ}C$ 以下の温度で巻取り、体積率で10%以上のフェライトと10%以上のオーステナイトと、残部がベイナイト又はマルテンサイトの何れか一方又は双方からなる組織とすることを特徴とする熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法に係り、熱延ままで引張強さが

$80 kgf/mm^2$ 以上の高強度であると共に強度と延性バランスに優れ高加工性をもつた複合組織鋼板を経済的且つ的確に製造することのできる方法を提供しようとするものである。

石油ショック以後における省エネルギー、省資源の社会的要請は特に産業界においてその多大なエネルギー、資源消費たることから強く要求され急務となつてゐる。例えば自動車業界においては近年車体の軽量化のため設計強度を変更しないで板厚を薄くし得る高強度鋼板の導入が試みられていて、旧来の析出硬化型高強度鋼板では延性が不十分でプレス成形性に難点を有すると共に溶接性にも問題があるので最近では上記のような旧来の析出硬化型に代るフェライトとマルテンサイトの2相からなる複合組織型高強度鋼板の採用が増加しつつある。然し近時における社会的ニーズはその多様性が益々増加しつつあり、それが反映されて鉄鋼材料に対する要求も加工性を損うことなく更に高強度化が要求される

ことは当然と言える。そこで斯様な要求に対し引張強さが80~120 kg/mm²で、加工性の高い超高張力鋼材として従来ベイナイト鋼板又はベイナイトとマルテンサイトの2相或いはベイナイトとオーステナイトの2相からなる複合組織鋼板が開発されているが、加工性などにおいて必ずしも好ましいものでなく、又その製造に関して経済的でないなどの不利を有している。

本発明は上記したような実情に鑑み検討を重ねて創案されたものであつて、wt% (以下単に%という) でC: 0.30~0.55%、Si: 0.7~2.0%、Mn: 0.5~2.0%を含有し、残部が鉄および不可避免的な不純物からなる鋼をAr₃~Ar_s+50℃を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後450~650℃の温度範囲で4~20秒保持し、次いで350℃以下の温度で巻取り、体積率で10%以上のフェライトと10%以上のオーステナイトを有ししかも残部がベイナイト又はマルテンサイ

トの何れか一方又は双方からなる組織とすることを提案する。即ち本発明によるものは熱延まで圧延後の冷却を適正に制御することにより最終組織を適正にコントロールし、高強度で従来以上の高い加工性を有する複合組織鋼板を製造せしめるものであり、特殊な合金元素を必要としないから省資源、省エネルギーで且つ製造工程を簡素化し、頗る低コストである。

斯かる本発明について更に説明すると、先ず本発明において用いる鋼の化学的成分組成範囲限定理由を説明すると以下の通りである。

Cは、鋼の強化に不可欠な元素であり、又組織にオーステナイトを体積分率で10%以上残留させるためには最低0.3%は必要である。一方0.55%を超えると鋼を脆化させると共に鋼板中に10%以上のフェライトを含ませることができなくなり、更に溶接性を劣化させる。従つて0.3~0.55%とした。

Siは、組織に10%以上のフェライトを短

時間に析出させるためには0.7%以上が必要であり、一方溶接性、スケール性状劣化などの観点から上限を2.0%とすることが必要である。

Mnは、オーステナイト安定化元素として重要であり、本発明で規定した組織、即ちオーステナイトを10%以上残留させるためには最低0.5%以上が必要であり、一方2.0%を超えてMnを含有することはその効果が飽和するだけでなく、バンド状組織を形成し易くなるなどの却つて悪影響を与えるので2.0%を上限とした。

本発明鋼板は化学成分組成としては上記したC、Si、Mn以外は鉄および不可避免的な不純物から成る。不純物としてはP、S、Nその他の一般に鋼に対し不可避免的に混入して来るもの及び脱酸ならびに鋼中窒素の固定に必要なAl: 0.1%以下などが挙げられる。Sは特に規定しないが、加工性、延性を重視する観点から例えば0.005%以下の如く低S化する

ことが望ましい。

次に本発明ではその複合組織鋼板としての組織を体積分率で10%以上のフェライトと10%以上のオーステナイトを有し、残部がベイナイト或いはマルテンサイト又はそれらの混合組織とするものでこのように規定する理由は以下の通りである。即ち本発明者等は組織と加工性の関係について詳細を検討した結果、ベイナイト又はマルテンサイト或いはそれらの混合組織に体積分率で10%以上のフェライトと、同じく10%以上のオーステナイトが混在する複合組織とすることが高強度で極めて優れた延性を得しめる所以であることを見出した。これはオーステナイトの加工誘起変態の効果に重疊して軟質のフェライトによる高延性が発揮され、延性はフェライトとオーステナイト、強度はベイナイト又はマルテンサイトで補い合う結果と推定される。

然して上記のような複合組織鋼板を得るための製造法としての圧延条件及びその後の冷

却条件などについての限定理由を説明すると以下の如くである。即ち本発明においては上記のような基本成分を有する鋼を A_{rs} 変態点 $\sim A_{rs} + 50^\circ\text{C}$ の温度範囲で圧延を終了することを基本的構成要件とするもので、これは前記のように規定する適正組織の要件である体積分率で10%以上のフェライトを析出せしめるためである。つまり添附図面第1図は本発明でいう化学成分組成範囲を満足する後述第1発の鋼Aを用い、種々の仕上げ温度で圧延を終了した後 $600 \sim 550^\circ\text{C}$ の間を10秒間で冷却し、その後 100°C で巻取つた場合の仕上温度と引張強さ (TS)、引張強さと伸び (El) の積 (TS \times El) の関係を示したものであり、この第1図から明らかなように仕上げ温度が $730 \sim 780^\circ\text{C}$ の範囲 (鋼Aの A_{rs} 変態点は略 730°C であることを考えると A_{rs} 変態点以上で、 $A_{rs} + 50^\circ\text{C}$ 以下の範囲) で優れた TS \times El が得られることが理解できる。これは仕上温度がこの範

囲であれば加工によるフェライト変態促進効果により続く保持温度への冷却過程でフェライトが10%以上析出し本発明でいう適正組織の要件を満足するものと考えられる。仕上温度が $A_{rs} + 50^\circ\text{C}$ 以上と高過ぎるならば最早加工によるフェライト促進効果が十分に発揮されず、そのためフェライトは10%以上析出しないことになり、逆に A_{rs} 点以下と低過ぎる場合にはフェライトは10%以上析出するものの圧延加工を受けたフェライトが混在することになり、何れの場合も TS-El バランスの急激な低下を招くことになる。

ところで圧延終了後は、次いで $450 \sim 650^\circ\text{C}$ の温度範囲で4~20秒間の保持を行うわけであるが、このように圧延後の保持温度および時間を規定するのは、その温度については圧延終了後の10%以上のフェライトを含むフェライトと未変態オーステナイト状態にある鋼を $450 \sim 650^\circ\text{C}$ の温度範囲に保持することにより保持中にベイナイト変態が進

行し、未変態オーステナイトへのCの濃縮が進み、巻取り後の最終組織にこのオーステナイトの一部が残留オーステナイトとして10%以上混在することになり、優れた TS-El バランスが得られるが、この保持温度が 650°C 以上と高過ぎるならば保持中にパーライトが析出し、また 450°C 未満と低過ぎるとベイナイト変態が遅滞して未変態オーステナイトへのCの濃縮が不充分となり、何れの場合も最終組織に所要のオーステナイト量が確保できず、本発明の目的とする組織の適正化が図れないこととなつて、TS-El バランスの著しい劣化をもたらすからである。

又時間についての規定も同様に組織の適正化としての所要の残留オーステナイト量の確保が目的であつて、本発明で規定するように4~20秒間の保持によりベイナイト変態の進行と共に未変態オーステナイトへのCの濃縮が進み、巻取り後の最終組織にこのオーステナイトの多くが残留オーステナイトとして

10%以上混在し、組織の適正化が図られて優れた TS-El バランスが得られる。この保持時間が4秒未満と短いならばベイナイト変態が進行しないため未変態オーステナイトへのCの濃縮がなされず、又この保持時間が20秒以上と長過ぎるならば未変態オーステナイトが保持中に殆んどベイナイト変態し、何れの場合も最終組織に10%以上のオーステナイトを残留させることができないこととなつて、TS-El バランスが悪くなつてしまう。更に20秒を超える保持は徒らに熱延ラインのランナウト冷却長さを大とすることが必要で設備的に不適当である。

なお $A_{rs} \sim A_{rs} + 50^\circ\text{C}$ の圧延仕上げ温度から $450 \sim 650^\circ\text{C}$ の温度域における保持までの間の冷却については、この間の冷却が余りに早いと適正量のフェライトが析出なくなり、逆に余りに遅すぎるときはパーライトの析出を抑制することができなくなる。従つてこの間の冷却速度は $50 \sim 80^\circ\text{C}/\text{sec}$ とす

ることが好ましい。又上述したフェライト或いはベイナイト変態の進行は成分と温度および時間に支配され、成分、保持温度により多少最適時間が変動するのは言うまでもない。

最後に保持後、350℃以下で巻取るが、これは350℃以上の巻取り温度では巻取り後の徐冷中に更にベイナイト変態が進行し、所要の残留オーステナイト量が得られず、組織の適正化が図れないためである。また保持後の巻取温度への冷却速度については特に規定しないが冷却中に未変態オーステナイトのベイナイト変態が更に進行するのを防ぐ意味からも、又ライン長さを短縮する点からしても30℃/sec以上の急冷が望ましい。

本発明によるものの具体的な実施例について説明すると以下の通りである。

実施例 1.

次の第1表に示すような化学成分を有する8種の鋼を溶製した。鋼A、B、E、Gが本発明の規定成分を満足する鋼であり、又鋼C、D、F、Hは比較鋼である。

第 1 表

鋼	化 学 成 分 (%)						
	C	Si	Mn	P	S	Sol Al	TN
A	0.50	1.20	0.81	0.015	0.007	0.035	0.0040
B	0.38	1.21	0.80	0.015	0.007	0.034	0.0040
C	0.27	1.18	1.02	0.016	0.007	0.035	0.0041
D	0.69	1.24	0.61	0.014	0.006	0.037	0.0039
E	0.52	1.11	1.49	0.017	0.008	0.035	0.0042
F	0.51	0.21	0.81	0.015	0.008	0.037	0.0039
G	0.41	1.37	1.22	0.017	0.007	0.033	0.0040
H	0.44	1.29	0.33	0.016	0.006	0.034	0.0071

上記したような各鋼は1250℃に加熱後3mm厚まで圧延し、その際に種々の熱サイクルを採らせた。得られた鋼の機械的性質を調べるために引張試験を行つた。即ち試験片の形状はすべてゲージ長さ50mmのJIS 5号引張試験片であり、又組織の適否を判定するために組織観察ならびにフェライトおよびオーステナイトの体積分率測定も行つた。第2表に前記第1表の鋼A～Hを用い第2図のような1250℃に加熱後各鋼種についてA_{rs}+30℃で圧延を終了し、次いで550℃から500℃まで10秒間の保持を行い80℃/secの冷却速度で10.0℃まで急冷し該温度で巻取る熱履歴を与えたときのそれらの結果を示す。

第 2 表

鋼	組 織		引 張 試 験 値			
	フェライト体積分率(%)	オーステナイト体積分率(%)	YS (kgf/cm ²)	TS (kgf/cm ²)	EA (%)	TSXEd
A	16	15	47.7	91.1	25.4	2314
B	21	13	45.6	83.3	28.1	2341
C	28	6	44.4	78.7	19.9	1566
D	7	12	86.3	132.9	11.9	1582
E	13	19	56.8	106.4	22.4	2383
F	3	2	50.1	88.1	16.5	1454
G	24	21	49.2	94.0	25.7	2416
H	17	4	69.5	111.1	13.5	1500

即ち本発明法を本発明でいう成分鋼である鋼A、B、E、Gに適用した場合は何れも組織に体積分率で10%以上のフェライトと、10%以上のオーステナイトを含み、TSで80 kgf/mm²以上と高強度であつてしかもTS×E ℓ も2300以上であつて優れたTS-E ℓ バランスを有している。これに対し比較鋼である鋼C、D、F、Hは圧延条件およびその後の熱履歴が同一であるにも拘わらず、成分的に本発明規定範囲より外れているため組織の適正化がなされず、高強度ながらもTS×E ℓ が1500前後と著しく劣つている。即ち鋼CはCが少な過ぎるためオーステナイトの安定度が不十分で最終組織中のオーステナイト量が6%と少く、一方鋼Dでは逆にCが多過ぎるためにフェライトの生成が充分になされず、オーステナイト量は10%以上であるとしてもフェライト量が7%と不足し、組織の適正化がなされていない。鋼FはSi量不足によりフェライトの生成が殆

んどなく、それに伴い未変態オーステナイトへのCの濃縮もなく、冷却後のオーステナイト量が2%と少く、又Mnが少な過ぎる鋼Hはオーステナイトの安定性が充分でないため未変態オーステナイトのベイナイトへの変態が急速に進行するためオーステナイト量が4%と少くなつており、何れの場合も体積分率で10%以上のフェライトと10%以上のオーステナイトを共に含む適正な複合組織を有せず、TS-E ℓ バランスの大幅な劣化を来している。

実施例2.

前記した第1表の鋼Aを用いて第3図に示すような熱履歴を賦与した。即ち1250℃に加熱後、種々の仕上温度(FT)で圧延を終了し、その後T₁℃からT₂℃までt秒間の保持を行い、80℃/secの冷却速度で巻取温度(CT)まで急冷し、このCT℃で巻取つた。このときの熱処理条件と組織中のフェライトとオーステナイトの体積分率および引張試験値は次の第3表に示す通りである。

第 3 表

Steel	区分	仕上温度 FT(℃)	保持条件			巻取温度 CT(℃)	組 織		引 張 試 験 値			
			T(℃)	T ₂ (℃)	t(s)		フェライト 体積分率(%)	オーステナイト 体積分率(%)	YS(kgf/mm ²)	TS(kgf/mm ²)	E ℓ (%)	TS×E ℓ
A-1	本発明法	760(A _{r3} +30)	580	500	15	100	16	17	47.1	90.3	25.8	2330
A-2	比較法	820(A _{r3} +100)	580	500	15	100	4	5	49.7	107.6	14.4	1549
A-3	本発明法	750(A _{r3} +20)	550	500	10	150	18	16	43.2	89.7	26.1	2341
A-4	比較法	750(A _{r3} +20)	430	380	10	150	17	3	53.5	97.2	15.7	1526
A-5	比較法	750(A _{r3} +20)	550	540	2	150	18	2	53.1	98.4	15.2	1496
A-6	本発明法	740(A _{r3} +10)	630	590	8	200	21	15	41.7	86.9	27.6	2398
A-7	比較法	740(A _{r3} +10)	630	590	8	550	20	2	59.8	97.3	14.5	1411

即ち本発明法であるA-1、A-3、A-6はどれもTSで80kgf/mm²以上と高強度であり、かつ、TS×E ℓ がすべて2300以上と優れたTS-E ℓ バランスを有している。一方、比較法であるA-2は、仕上温度がAr₃+100℃と高過ぎるため、フェライトの析出がほとんどなく、従つて未変態オーステナイトへのCの濃縮も不十分で、最終組織中のオーステナイト量も5%しかない。保持温度の低過ぎるA-4は、保持中にベイナイト変態がほとんど進行せず、未変態オーステナイトへのCの濃縮が不十分で、続く巻き取り温度への急冷でほぼマルテンサイト化してしまい、所望の最適組織になつていない。A-5は、保持温度は本発明法の範囲であるが、時間が2秒と短く、やはり、残留オーステナイト量が2%しかなく、A-7は巻取温度が550℃と高過ぎるために、巻き取り後の徐冷過程で未変態オーステナイトが殆んどベイナイト変態してしまい最終組織がフェライト

+ベイナイトになつてしまつている。

このように、比較法はいづれも本発明でいう組織の適正化が達成されず、従つて、高強度ながらも、TS×E ℓ は1500前後と低く、TS-E ℓ バランスの劣化をきたしている。

以上説明したような本発明方法によれば延性ないし加工性に甚だ優れた高強度複合組織鋼板を特別な合金元素などを必要とせず、単に熱間正延後の冷却の制御による組織の適正化だけで適切に製造せしめ、省資源、省エネルギー、省力化の如きの例れからしても頗る有利で、従つて又低コスト化を充分に得しめるなどの多くのメリットを有しており、工業的にその効果の大きい発明である。

4. 図面の簡単な説明

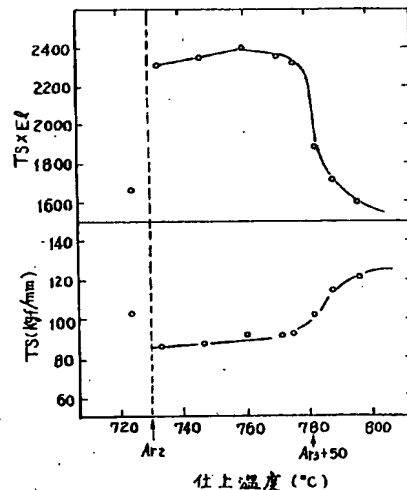
図面は本発明の技術的内容を示すものであつて、第1図は仕上温度とTSおよびTS×E ℓ の関係を示した図表、第2図は本発明における実施例1の熱サイクルを示した図表、

第3図は同じく本発明の実施例3についての熱サイクルを示した図表である。

特許出願人	日本鋼管株式会社
発明者	大北智良
同	喜田邦和
同	中岡一秀
代理人弁理士	白川一



第 1 図

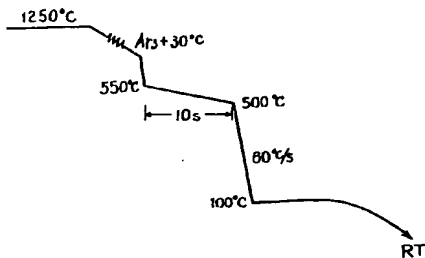


手続補正書(自発)

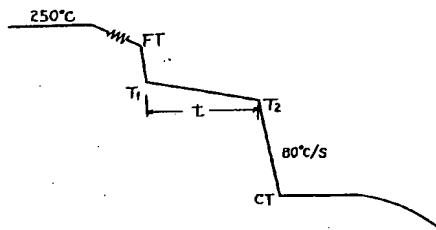
昭和 58 年 10 月 20 日

特許庁長官若 杉 和 夫 殿

第 2 図



第 3 図



1. 事件の表示

昭和 58 年 特

許願第 147971 号

2. 発明の名称

熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係特

許出願人

名称(氏名) 日本鋼管株式会社

4. 代理人

住所 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目18番1号
第10森ビル8階 電話(503) 3948(代)白川 特許事務
氏名 (5897) 白川 一

5. の日付

昭和 年 月 日 発送

6. 補正の対象

明細書及び図 面

7. 補正の内容

別紙の通り



方式 ()

補 正 の 内 容

1. 本願明細書中第1頁「2. 特許請求の範囲」の項の記載を以下の如く訂正する。

「 C : 0.30 ~ 0.65 wt %、

Si : 0.7 ~ 2.0 wt %、

Mn : 0.5 ~ 2.0 wt %

を含有し、残部が鉄および不可避免的不純物からなる鋼を $Ar_3 \sim Ar_3 + 50^\circ C$ を仕上り温度とする熱間圧延を行い、その後 $450 \sim 650^\circ C$ の温度範囲で $4 \sim 20$ 秒保持し、次いで $350^\circ C$ 以下の温度で巻取り、体積分率で 10% 以上のフェライトと 10% 以上のオーステナイトと、残部がベイナイト又はマルテンサイトの何れか一方又は双方からなる組織とすることを特徴とする熱延高強度高加工性複合組織鋼板の製造方法。」

2. 同3頁12行目中に「C : 0.30 ~ 0.55 %」とあるのを「C : 0.30 ~ 0.65 %」と訂正する。

3. 同頁18行目中に「体積率」とあるのを「体積

分率」と訂正する。

4. 同4頁16行目中に「0.55 %」とあるのを「0.65 %」と訂正する。

5. 同頁19行目中に「0.3 ~ 0.55 %」とあるのを「0.3 ~ 0.65 %」と訂正する。

6. 同8頁6行目中に「フェライト促進効果」とあるのを「フェライト変態促進効果」と訂正する。

7. 同12頁「第1表」中の「鋼H」の「化学成分 T N」欄に「0.0071」とあるのを「0.0041」と訂正する。

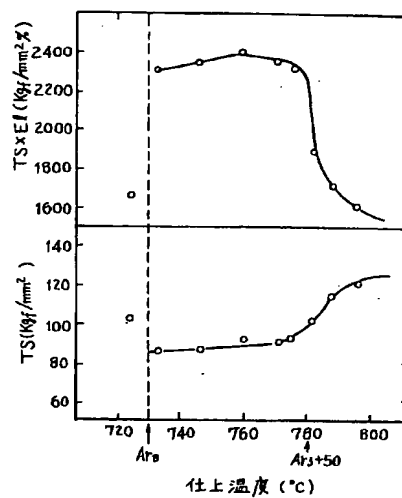
8. 同14頁「第2表」の「引張試験値」の最右行上段に「TS × El」とある下に「(kgf/mm²・%)」と加入する。

9. 同17頁「第3表」の「引張試験値」の最右行上段に「TS × El」とある下に「(kgf/mm²・%)」と加入する。

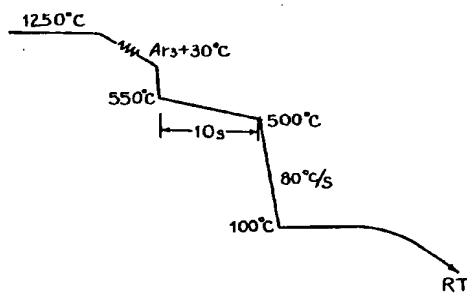
図面中訂正書

1. 本願出願当初図面中「第1図」「第2図」及び「第3図」を別紙の如く訂正する。

第 1 図



第 2 図



第 3 図

